

Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Workshop Reparasi Trafo Berbasis ARC, ARD, dan SRD

Moch Fatur Angga Pratama^{1*}, Arjuna Raffi Pradipta², Ida Kusnawati Tjahjani³

¹⁻³Universitas PGRI Adi Buana Surabaya, Indonesia

Email: ida.tjahjani@unipasby.ac.id

ABSTRAK

Tata letak fasilitas memiliki peran penting dalam mendukung efisiensi aliran proses produksi dan kelancaran aktivitas operasional. Tata letak yang kurang optimal dapat menyebabkan tingginya aktivitas transportasi, bottleneck produksi, serta meningkatnya waktu proses. Permasalahan tersebut terjadi pada workshop reparasi trafo PT Mulya Jatra yang memiliki aliran material belum terintegrasi secara optimal sehingga menimbulkan aktivitas non value added dan ketidakseimbangan proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang tata letak fasilitas workshop reparasi trafo menggunakan pendekatan Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), dan Space Relationship Diagram (SRD) guna meningkatkan efisiensi produksi. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus melalui observasi, wawancara, dokumentasi, serta analisis Operation Process Chart (OPC), Flow Process Chart (FPC), Route Sheet, dan Man and Machine Chart (MMC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perancangan ulang tata letak mampu menghasilkan aliran proses yang lebih terintegrasi dan semi-paralel. Jumlah aktivitas berkurang dari 12 menjadi 11 aktivitas, sedangkan total waktu produksi turun dari 4025 menit menjadi 3740 menit atau sebesar 7,1%. Selain itu, bottleneck pada proses pengovenan berhasil dikurangi dari 2880 menit menjadi 2400 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan ARC, ARD, dan SRD mampu meningkatkan efisiensi aliran material dan efektivitas sistem produksi reparasi trafo.

Kata Kunci: Tata Letak Fasilitas, ARC, ARD, SRD, Reparasi Trafo

ABSTRACT

Facility layout plays an important role in supporting production flow efficiency and operational effectiveness. An ineffective facility layout may lead to excessive transportation activities, production bottlenecks, and increased processing time. These problems occurred in the transformer repair workshop of PT Mulya Jatra, where material flow was not optimally integrated, resulting in non-value-added activities and production imbalance. This study aims to redesign the facility layout of the transformer repair workshop using Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), and Space Relationship Diagram (SRD) approaches to improve production efficiency. This research employed a qualitative method with a case study approach through observation, interviews, documentation, and analysis using Operation Process Chart (OPC), Flow Process Chart (FPC), Route Sheet, and Man and Machine Chart (MMC). The results showed that the redesigned facility layout created a more integrated and semi-parallel production flow. The number of activities decreased from 12 to 11 activities, while total production time decreased from 4025 minutes to 3740 minutes or by 7.1%. In addition, the bottleneck in the oven process was reduced from 2880 minutes to 2400 minutes. The findings indicate that the implementation of ARC, ARD, and SRD was able to improve material flow efficiency and enhance the effectiveness of the transformer repair production system.

Keywords: Facility Layout, ARC, ARD, SRD, Transformer Repair

PENDAHULUAN

Perancangan tata letak fasilitas merupakan salah satu aspek penting dalam sistem produksi karena berpengaruh langsung terhadap kelancaran aliran material, efisiensi proses kerja, serta produktivitas perusahaan. Tata letak fasilitas yang baik mampu meminimalkan perpindahan material, mengurangi waktu tunggu, memperlancar koordinasi antar aktivitas, serta meningkatkan efektivitas penggunaan ruang produksi. Sebaliknya, tata letak yang kurang optimal dapat

menyebabkan terjadinya pemborosan transportasi, penumpukan work in process (WIP), *bottleneck* produksi, hingga meningkatnya biaya material handling. Dalam lingkungan industri modern yang semakin kompetitif, perusahaan dituntut untuk mampu menciptakan sistem produksi yang efisien dan terintegrasi guna meningkatkan daya saing operasional (Bouramtane et al., 2024)&(Jordan et al., 2025).

Perkembangan penelitian pada bidang *Facility Layout* menunjukkan bahwa optimasi tata letak fasilitas menjadi salah satu strategi penting dalam meningkatkan efisiensi produksi dan menurunkan pemborosan operasional. Beberapa penelitian terbaru menyebutkan bahwa penerapan metode *Systematic Layout Planning* (SLP), *Activity Relationship Chart* (ARC), dan *Activity Relationship Diagram* (ARD) mampu meningkatkan efisiensi aliran material serta menurunkan jarak perpindahan material secara signifikan pada berbagai sektor industri manufaktur. Penelitian (Achmad et al., 2025) menunjukkan bahwa redesign layout menggunakan pendekatan SLP mampu meningkatkan efisiensi operasional hingga 30,86% melalui pengurangan total *transport work*. Selain itu, penelitian lain juga menjelaskan bahwa tata letak fasilitas yang tidak mempertimbangkan hubungan aktivitas antar area produksi dapat menyebabkan peningkatan waktu proses dan ketidakefisienan aliran kerja (Achmad et al., 2025).

Workshop reparasi trafo merupakan salah satu sistem produksi yang memiliki kompleksitas aliran proses cukup tinggi karena melibatkan berbagai aktivitas yang saling berkaitan, mulai dari penerimaan unit, inspeksi, pembongkaran, *winding*, *assembly*, pengovenan, pengisian oli, hingga pengujian akhir. Kompleksitas tersebut menyebabkan kebutuhan tata letak fasilitas yang mampu mendukung kelancaran aliran material dan sinkronisasi proses kerja. Berdasarkan hasil observasi pada workshop reparasi trafo PT Mulya Jatra, diketahui bahwa tata letak fasilitas eksisting masih belum tersusun secara optimal. Kondisi aktual menunjukkan adanya perpindahan material yang berulang dan tidak terarah antar area kerja sehingga menyebabkan tingginya aktivitas transportasi dan waktu tunggu selama proses reparasi berlangsung. Selain itu, beberapa area produksi yang memiliki hubungan aktivitas tinggi masih ditempatkan berjauhan, sedangkan beberapa area yang berpotensi menimbulkan gangguan kualitas justru berada pada posisi berdekatan.

Hasil analisis *Flow Process Chart* (FPC) menunjukkan bahwa proses reparasi trafo masih mengandung aktivitas *non value added* terutama pada aktivitas transportasi dan *delay*. Banyaknya perpindahan material antar proses menunjukkan bahwa aliran produksi belum berjalan secara efisien. Selain itu, proses pengovenan menjadi *bottleneck* utama dalam sistem produksi karena memiliki waktu proses paling tinggi dibandingkan aktivitas lainnya, yaitu sebesar 2880 menit. Kondisi tersebut menyebabkan waktu produksi menjadi panjang dan menimbulkan ketidakseimbangan kapasitas antar stasiun kerja. Analisis *Route Sheet* juga menunjukkan bahwa proses *winding*, *assembly*, dan pengovenan memiliki kebutuhan kapasitas kerja yang jauh lebih besar dibandingkan proses lainnya. Sementara itu, hasil *Man and Machine Chart* (MMC) menunjukkan masih tingginya idle time operator dan helper akibat belum optimalnya sinkronisasi sistem kerja dan tata letak fasilitas produksi.

Permasalahan tata letak fasilitas pada workshop reparasi trafo perlu segera ditangani karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi proses produksi dan produktivitas kerja. Tata letak yang tidak terintegrasi dapat meningkatkan jarak perpindahan material, memperbesar waktu tunggu, serta memperlambat aliran proses produksi. Kondisi tersebut juga dapat meningkatkan risiko terjadinya pemborosan operasional dan menurunkan efektivitas penggunaan ruang kerja. Oleh karena itu, diperlukan perancangan ulang tata letak fasilitas yang mampu mengintegrasikan

hubungan antar aktivitas produksi serta mendukung aliran proses yang lebih efektif dan efisien. Pendekatan Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), dan Space Relationship Diagram (SRD) dipilih karena mampu mengidentifikasi hubungan kedekatan antar aktivitas, memvisualisasikan keterkaitan area kerja, serta menghasilkan rancangan tata letak yang sesuai dengan kebutuhan aliran proses produksi (Nadia Khoiria Fernanda, Atikha Sidhi Cahyana, 2025) & (Issue et al., 2026).

Penelitian terdahulu mengenai tata letak fasilitas umumnya hanya berfokus pada redesign layout menggunakan ARC dan ARD tanpa mengintegrasikan analisis aliran proses, *bottleneck* produksi, serta aktivitas non value added secara lebih komprehensif. Selain itu, sebagian besar penelitian masih terbatas pada evaluasi hubungan aktivitas dan pengurangan jarak perpindahan material tanpa menghubungkan dampaknya terhadap efisiensi proses produksi secara keseluruhan. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan berupa integrasi analisis proses produksi menggunakan OPC, FPC, dan *Route Sheet* dengan pendekatan ARC, ARD, dan SRD dalam perancangan ulang tata letak fasilitas *workshop* reparasi trafo. Pendekatan tersebut diharapkan mampu menghasilkan tata letak yang tidak hanya memperbaiki hubungan antar area kerja, tetapi juga mampu mengurangi *bottleneck*, memperlancar aliran material, serta meningkatkan efisiensi produksi secara menyeluruh (Jordan et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang tata letak fasilitas *workshop* reparasi trafo berbasis ARC, ARD, dan SRD guna meningkatkan efisiensi aliran proses produksi. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan kajian tata letak fasilitas dan optimasi aliran produksi pada industri reparasi trafo. Selain itu, secara praktis penelitian ini diharapkan mampu menjadi dasar rekomendasi perbaikan tata letak fasilitas yang lebih efisien sehingga dapat mengurangi aktivitas *non value added*, memperlancar aliran material, menurunkan *bottleneck* produksi, serta meningkatkan produktivitas operasional *workshop* reparasi trafo.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus pada *workshop* reparasi trafo PT Mulya Jatra. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian berfokus pada analisis kondisi aktual tata letak fasilitas, hubungan antar aktivitas produksi, serta identifikasi permasalahan operasional yang mempengaruhi efisiensi aliran proses produksi. Pendekatan studi kasus digunakan untuk memperoleh pemahaman secara mendalam terhadap sistem kerja, aliran material, serta keterkaitan antar area produksi pada objek penelitian secara nyata dan kontekstual. Menurut John W. Creswell, penelitian kualitatif dengan pendekatan studi kasus bertujuan memahami fenomena secara mendalam melalui eksplorasi kondisi aktual pada suatu sistem atau organisasi tertentu (Creswell, 2014).

Objek penelitian difokuskan pada seluruh area produksi *workshop* reparasi trafo yang meliputi area penerimaan, inspeksi, pembongkaran, pencucian, winding, assembly, pengovenan, pengisian oli, pengujian, gudang material, gudang *work in process* (WIP), serta area penyimpanan produk jadi. Pemilihan objek penelitian dilakukan secara purposive karena *workshop* reparasi trafo memiliki kompleksitas aliran proses yang tinggi serta ditemukan berbagai permasalahan tata letak fasilitas yang mempengaruhi efisiensi produksi. Penelitian ini tidak menggunakan sampel dalam pengertian statistik, melainkan menggunakan seluruh aktivitas produksi sebagai unit analisis karena setiap area memiliki keterkaitan langsung terhadap aliran proses reparasi trafo.

Sumber data dalam penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung terhadap kondisi tata letak fasilitas, aliran material, aktivitas produksi, serta hubungan antar area kerja pada workshop reparasi trafo. Selain itu, dilakukan wawancara tidak terstruktur dengan operator dan pengawas workshop untuk memperoleh informasi mengenai kendala proses produksi, aktivitas transportasi, waktu tunggu, dan permasalahan operasional yang terjadi selama proses reparasi trafo berlangsung. Data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, layout eksisting, data proses produksi, route sheet, *operation process chart* (OPC), *flow process chart* (FPC), serta dokumen pendukung lain yang berkaitan dengan sistem produksi reparasi trafo. Teknik triangulasi data digunakan untuk meningkatkan validitas data melalui perbandingan hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi. Menurut Norman K. Denzin, triangulasi merupakan teknik validasi data yang bertujuan meningkatkan keakuratan dan kredibilitas hasil penelitian melalui penggunaan berbagai sumber data dan metode pengumpulan data (Denzin, Norman K, Lincoln, 2024).

Teknik pengumpulan data dilakukan secara bertahap dimulai dari observasi kondisi aktual workshop, identifikasi urutan proses produksi, pengukuran kebutuhan ruang, serta analisis hubungan aktivitas antar area kerja. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi pola aliran material, aktivitas transportasi, waktu proses, bottleneck produksi, dan aktivitas non value added pada *workshop* reparasi trafo. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data kebutuhan ruang setiap area produksi menggunakan pendekatan *Area Space Layout Efficiency* (ASLE) untuk mengetahui tingkat efisiensi penggunaan ruang kerja. Setelah itu dilakukan penyusunan *Operation Process Chart* (OPC) dan *Flow Process Chart* (FPC) guna mengidentifikasi urutan aktivitas produksi, aktivitas inspeksi, transportasi, *delay*, dan penyimpanan dalam proses reparasi trafo.

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan *Systematic Layout Planning* (SLP) dengan metode utama berupa *Activity Relationship Chart* (ARC), *Activity Relationship Diagram* (ARD), dan *Space Relationship Diagram* (SRD). Tahap awal analisis dilakukan dengan mengidentifikasi hubungan kedekatan antar aktivitas menggunakan ARC berdasarkan faktor aliran material, kebutuhan komunikasi, keselamatan kerja, dan potensi gangguan antar proses produksi. Derajat kedekatan antar area diklasifikasikan ke dalam kategori A (*absolutely necessary*), E (*especially important*), I (*important*), O (*ordinary*), U (*unimportant*), dan X (*undesirable*). Hasil ARC kemudian divisualisasikan ke dalam bentuk *Activity Relationship Diagram* (ARD) untuk menggambarkan hubungan spasial antar area produksi. Selanjutnya, hasil ARD dikembangkan menjadi *Space Relationship Diagram* (SRD) dengan mempertimbangkan kebutuhan luas area dan hubungan kedekatan aktivitas sebagai dasar penyusunan tata letak usulan (Tamer et al., 2023).

Selain itu, penelitian juga menggunakan analisis pendukung berupa *Route Sheet*, *Flow Process Chart* (FPC), dan *Man and Machine Chart* (MMC) untuk mengidentifikasi *bottleneck* produksi, aktivitas non value added, serta tingkat utilisasi tenaga kerja dan mesin. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar dalam evaluasi tata letak fasilitas eksisting dan pengembangan tata letak usulan yang lebih efisien. Evaluasi hasil perancangan dilakukan melalui perbandingan kondisi sebelum dan sesudah perbaikan berdasarkan pengurangan aktivitas proses, penurunan waktu produksi, pengurangan *bottleneck*, serta peningkatan efisiensi aliran proses produksi. Dengan pendekatan tersebut, penelitian diharapkan mampu menghasilkan rancangan tata letak fasilitas yang lebih terintegrasi, efisien, dan mendukung kelancaran proses reparasi trafo secara optimal (Jay Heizer, Barry Render, 2023).

Berdasarkan Gambar 2, beberapa area produksi yang memiliki hubungan aktivitas tinggi masih ditempatkan berjauhan sehingga menyebabkan aktivitas transportasi material berlangsung cukup panjang dan berulang. Area *winding*, *assembly*, dan pengovenan belum tersusun secara terintegrasi sehingga aliran proses produksi menjadi kurang efisien.

B. Analisis Operation Process Chart (OPC)

Hasil penyusunan *Operation Process Chart* (OPC) menunjukkan bahwa proses reparasi trafo terdiri atas 15 aktivitas operasi dan 6 aktivitas inspeksi. Aktivitas operasi mendominasi keseluruhan proses produksi karena sebagian besar tahapan reparasi melibatkan proses pembongkaran, *winding*, *assembly*, pengovenan, dan pengujian trafo. Sementara itu, aktivitas inspeksi dilakukan pada tahap awal, tengah, dan akhir proses produksi sebagai bentuk pengendalian kualitas produk selama proses reparasi berlangsung.

Tabel 1. Hasil Analisis Aktivitas OPC

Jenis Aktivitas	Jumlah Aktivitas
Operasi	15
Inspeksi	6
Total	21

Berdasarkan hasil OPC diketahui bahwa proses pengovenan merupakan aktivitas dengan waktu proses paling tinggi dibandingkan aktivitas lainnya, yaitu sebesar:

$$2880 \text{ menit} = 48 \text{ jam}$$

Selain pengovenan, proses *winding* dan perakitan komponen juga memiliki waktu proses cukup tinggi masing-masing sebesar 540 menit. Kondisi tersebut menunjukkan adanya ketidakseimbangan kapasitas antar stasiun kerja sehingga berpotensi menyebabkan bottleneck produksi. Menurut Richard Muther, hubungan aktivitas yang tidak terintegrasi dan ketidakseimbangan kapasitas proses dapat meningkatkan waktu produksi dan menurunkan efisiensi sistem kerja (Tamer et al., 2023).

C. Analisis Flow Process Chart (FPC)

Hasil analisis *Flow Process Chart* (FPC) menunjukkan bahwa proses reparasi trafo pada kondisi eksisting masih mengandung aktivitas *non value added* yang cukup tinggi, terutama pada aktivitas transportasi dan waktu tunggu antar proses produksi. Aktivitas transportasi terjadi hampir pada setiap tahapan proses karena tata letak fasilitas belum mampu mendukung aliran material secara efektif. Material harus berpindah dari area pembongkaran menuju pengecatan, *winding*, *assembly*, pengovenan, hingga pengujian akhir dengan pola perpindahan yang cukup panjang dan berulang. Kondisi tersebut menyebabkan meningkatnya waktu proses dan memperbesar potensi terjadinya penumpukan *work in process* (WIP) pada beberapa area produksi (Yarbrough & et al, 2022).

Menurut (Yarbrough & et al, 2022), aktivitas transportasi dan *waiting* termasuk ke dalam kategori *waste* karena tidak memberikan nilai tambah secara langsung terhadap produk, namun tetap mengonsumsi waktu dan sumber daya produksi. Dalam konteks workshop reparasi trafo, tingginya aktivitas transportasi menunjukkan bahwa hubungan antar area kerja belum tersusun secara optimal sehingga aliran proses produksi menjadi kurang efisien. Selain meningkatkan waktu

produksi, perpindahan material yang terlalu sering juga berpotensi meningkatkan risiko kerusakan material dan ketidakteraturan aliran kerja.

Berdasarkan hasil observasi, aliran proses pada kondisi awal masih bersifat linear sehingga setiap aktivitas dilakukan secara berurutan tanpa adanya integrasi antar proses kerja. Kondisi tersebut menyebabkan beberapa aktivitas produksi harus menunggu proses sebelumnya selesai terlebih dahulu sebelum pekerjaan berikutnya dapat dilakukan. Selain itu, pola aliran linear menyebabkan pemanfaatan waktu kerja menjadi kurang optimal karena sebagian operator dan area kerja mengalami idle time selama proses reparasi berlangsung.

Hasil analisis FPC juga menunjukkan bahwa proses pengovenan menjadi *bottleneck* utama dalam sistem produksi reparasi trafo karena memiliki waktu proses paling tinggi dibandingkan aktivitas lainnya. Waktu proses pengovenan pada kondisi eksisting mencapai:

$$2880 \text{ menit} = 48 \text{ jam}$$

Lamanya waktu pengovenan menyebabkan terjadinya antrean proses pada area sebelum oven sehingga menghambat kelancaran aliran produksi secara keseluruhan. Menurut (Jay Heizer, Barry Render, 2023), *bottleneck* merupakan proses dengan kapasitas paling rendah atau waktu proses paling dominan yang membatasi kecepatan aliran produksi dalam suatu sistem manufaktur. Kondisi *bottleneck* dapat menyebabkan meningkatnya lead time produksi, penumpukan material, dan rendahnya efisiensi operasional.

Selain *bottleneck* pengovenan, hasil observasi juga menunjukkan bahwa beberapa aktivitas produksi masih dilakukan secara terpisah meskipun memiliki keterkaitan proses yang tinggi. Aktivitas penerimaan dan inspeksi awal, pembongkaran dan pengurusan oli, serta *winding* dan perbaikan komponen masih berjalan secara individual sehingga memperpanjang aliran proses produksi. Oleh karena itu, dilakukan usulan perbaikan aliran proses menggunakan pendekatan semi-paralel dengan mengintegrasikan beberapa aktivitas yang memiliki hubungan proses dan kebutuhan koordinasi tinggi.

Pada layout usulan, aktivitas penerimaan dan inspeksi awal digabungkan menjadi satu tahapan proses untuk mengurangi waktu perpindahan dan mempercepat identifikasi kondisi awal trafo. Selain itu, proses pembongkaran dan pengurusan oli dilakukan dalam satu area kerja sehingga material tidak perlu berpindah ke area lain untuk menjalankan aktivitas berikutnya. Perubahan paling signifikan dilakukan pada aktivitas *winding* dan perbaikan komponen yang disusun secara paralel sehingga proses perbaikan dapat berjalan secara bersamaan tanpa harus menunggu seluruh aktivitas *winding* selesai terlebih dahulu. Pendekatan semi-paralel tersebut mampu mempercepat aliran proses dan mengurangi waktu tunggu antar aktivitas produksi.

Tabel 2 .Perbandingan Kondisi Awal dan Improvement FPC

Aspek	Kondisi Awal	Layout Usulan
Jumlah Aktivitas	12 aktivitas	11 aktivitas
Aliran Proses	Linear	Terintegrasi dan paralel
Total Waktu Produksi	4025 menit	3740 menit
Bottleneck Pengovenan	2880 menit	2400 menit
Efisiensi Produksi	Rendah	Meningkat

Hasil improvement menunjukkan bahwa total waktu produksi berhasil dikurangi sebesar:

$$4025 - 3740 = 285 \text{ menit}$$

atau setara dengan:

$$\frac{285}{4025} \times 100\% = 7.1\%$$

Penurunan waktu tersebut menunjukkan bahwa pengintegrasian aktivitas produksi mampu mengurangi waktu tunggu dan aktivitas perpindahan material yang tidak diperlukan. Selain itu, optimalisasi jadwal kerja dan pengaturan aliran proses pada *layout* usulan juga berhasil menurunkan *bottleneck* pengovenan dari 2880 menit menjadi 2400 menit atau mengalami penurunan sebesar:

$$\frac{2880 - 2400}{2880} \times 100\% = 16.67\%$$

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan *redesign* tata letak tidak hanya berdampak pada perubahan posisi area kerja, tetapi juga mempengaruhi efektivitas aliran proses produksi secara keseluruhan. Integrasi aktivitas dan pengurangan perpindahan material terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional *workshop* reparasi trafo. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian (Jordan et al., 2025) yang menyatakan bahwa *redesign layout* berbasis aliran proses mampu mengurangi aktivitas material handling dan mempercepat waktu produksi pada sistem manufaktur. Selain itu, penelitian (Safitri et al., 2017) juga menjelaskan bahwa integrasi hubungan aktivitas melalui pendekatan ARC dan ARD dapat meningkatkan efisiensi aliran material serta mengurangi aktivitas non value added dalam sistem produksi.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena belum melakukan pengukuran kuantitatif terhadap total jarak perpindahan material dan biaya material handling setelah perbaikan tata letak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan analisis material handling cost serta simulasi digital layout agar dampak redesign tata letak terhadap performansi sistem produksi dapat dievaluasi secara lebih komprehensif.

D. Analisis Route Sheet dan Bottleneck Produksi

Hasil analisis *Route Sheet* menunjukkan bahwa kebutuhan material untuk memenuhi target produksi 20 unit trafo dengan scrap sebesar 3% adalah sebanyak 21 unit material. Selain itu, terdapat ketidakseimbangan kapasitas kerja antar proses produksi yang cukup signifikan. Proses pengovenan memiliki kebutuhan mesin teoritis terbesar yaitu 146 mesin, sedangkan proses *winding* dan *assembly* masing-masing membutuhkan 28 mesin dan 25–28 mesin secara teoritis.

Tabel 3. Proses dengan Beban Kerja Tertinggi

Proses	Waktu Proses	Kebutuhan Mesin Teoritis
Pengovenan	2880 menit	146 mesin
Winding	540 menit	28 mesin
Perakitan Komponen	540 menit	28 mesin
Perakitan Akhir	480 menit	25 mesin

Tingginya kebutuhan kapasitas pada proses pengovenan menunjukkan bahwa area tersebut menjadi *bottleneck* utama dalam sistem produksi reparasi trafo. Menurut (Jay Heizer, Barry Render, 2023), *bottleneck* merupakan proses dengan kapasitas paling rendah atau waktu proses paling tinggi

yang membatasi kecepatan keseluruhan sistem produksi. Kondisi *bottleneck* menyebabkan terjadinya penumpukan pekerjaan, meningkatnya waktu tunggu, serta menurunnya efisiensi aliran produksi.

E. Analisis Man and Machine Chart (MMC)

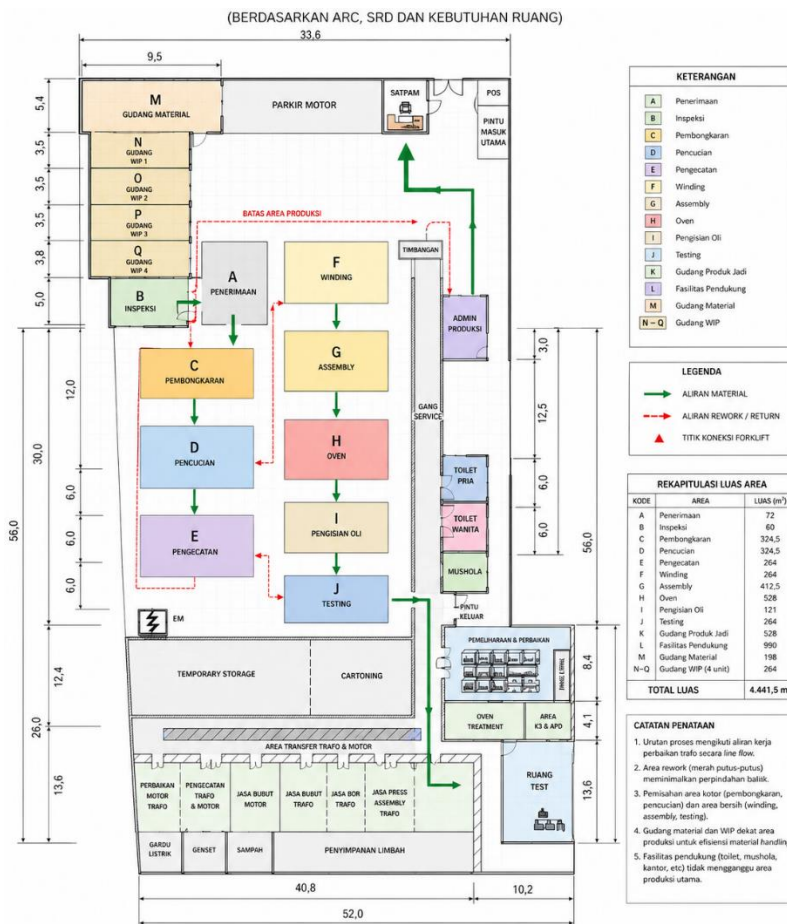
Analisis *Man and Machine Chart* dilakukan pada proses *winding* dan pengujian trafo untuk mengetahui tingkat *utilisasi* operator, *helper*, dan mesin produksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa *utilisasi* mesin relatif lebih tinggi dibandingkan *utilisasi* tenaga kerja. Pada proses *winding*, mesin memiliki *utilisasi* sebesar 78%, sedangkan operator dan *helper* masing-masing hanya sebesar 31% dan 22%. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses *winding* lebih didominasi oleh kerja mesin sehingga operator dan *helper* mengalami *idle time* yang cukup tinggi (Wignjosoebroto, 2022).

Sementara itu, pada proses pengujian trafo, *utilisasi* mesin hanya mencapai 50%, operator sebesar 54%, dan *helper* sebesar 25%. Rendahnya *utilisasi* *helper* menunjukkan bahwa pembagian kerja masih belum optimal sehingga sebagian tenaga kerja belum dimanfaatkan secara maksimal. Selain itu, masih terdapat waktu tunggu selama proses pengujian berlangsung yang menyebabkan efisiensi kerja belum optimal. Hasil tersebut memperkuat temuan sebelumnya bahwa tata letak fasilitas dan sistem kerja eksisting masih memerlukan perbaikan untuk meningkatkan sinkronisasi aktivitas produksi.

F. Analisis Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), dan Space Relationship Diagram (SRD)

Analisis ARC dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat hubungan kedekatan antar areakerja berdasarkan kebutuhan aliran material, koordinasi proses, keselamatan kerja, serta potensi gangguan antar aktivitas produksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa area pembongkaran, *winding*, *assembly*, pengovenan, pengisian oli, dan pengujian memiliki hubungan kedekatan sangat tinggi sehingga perlu ditempatkan secara berurutan dan saling berdekatan pada tata letak fasilitas usulan. Sebaliknya, beberapa area seperti pengecatan dan pengujian memiliki hubungan tidak diinginkan karena berpotensi menimbulkan gangguan kualitas produk sehingga perlu dipisahkan secara fisik (Tamer et al., 2023).

Hasil ARC kemudian divisualisasikan ke dalam bentuk *Activity Relationship Diagram* (ARD) untuk menggambarkan hubungan spasial antar area produksi. Selanjutnya, hasil ARD dikembangkan menjadi *Space Relationship Diagram* (SRD) dengan mempertimbangkan kebutuhan luas area dan hubungan kedekatan aktivitas sebagai dasar penyusunan tata letak usulan. Tata letak usulan disusun menggunakan pendekatan semi-paralel sehingga beberapa aktivitas produksi dapat dilakukan secara lebih terintegrasi untuk mengurangi waktu tunggu dan aktivitas transportasi (Tamer et al., 2023).



Gambar 2. Layout Usulan Workshop Reparasi Trafo

Berdasarkan Gambar 2, layout usulan menunjukkan susunan area produksi yang lebih terintegrasi dibandingkan kondisi eksisting. Area winding, assembly, pengovenan, pengisian oli, dan pengujian ditempatkan secara berurutan untuk memperpendek aliran material dan mengurangi aktivitas transportasi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan ARC, ARD, dan SRD mampu menghasilkan tata letak fasilitas yang lebih efektif dibandingkan kondisi awal. Perbaikan tata letak tidak hanya mampu memperlancar aliran material, tetapi juga mengurangi aktivitas *non value added* serta meningkatkan efisiensi proses produksi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Irawan, 2026) yang menyatakan bahwa penerapan ARC dan ARD mampu meningkatkan efisiensi aliran material melalui pengurangan perpindahan dan penyederhanaan hubungan aktivitas produksi. Namun demikian, penelitian ini memiliki perbedaan karena mengintegrasikan analisis *bottleneck*, *Flow Process Chart*, serta evaluasi *utilisasi* tenaga kerja dalam proses *redesign* tata letak fasilitas.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa perancangan ulang tata letak fasilitas berbasis ARC, ARD, dan SRD mampu meningkatkan efisiensi sistem produksi reparasi trafo melalui pengurangan aktivitas *non value added*, penurunan *bottleneck* produksi, penyederhanaan aliran material, serta peningkatan integrasi antar aktivitas kerja. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena belum melakukan pengukuran biaya material handling secara rinci dan belum menggunakan simulasi digital untuk mengevaluasi performansi layout usulan secara dinamis. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan

pendekatan simulasi dan analisis biaya operasional agar hasil perancangan tata letak dapat dievaluasi secara lebih komprehensif.

KESIMPULAN

Penelitian mengenai perancangan ulang tata letak fasilitas workshop reparasi trafo berbasis ARC, ARD, dan SRD menunjukkan bahwa tata letak fasilitas *eksisting* masih belum mampu mendukung efisiensi aliran proses produksi secara optimal karena adanya aktivitas transportasi berlebih, aliran material yang belum terintegrasi, serta bottleneck dominan pada proses pengovenan trafo. Berdasarkan hasil analisis menggunakan Operation Process Chart (OPC), Flow Process Chart (FPC), Route Sheet, dan Man and Machine Chart (MMC), diketahui bahwa ketidakseimbangan kapasitas antar proses produksi menyebabkan tingginya waktu tunggu dan rendahnya efisiensi operasional workshop. Penerapan metode Activity Relationship Chart (ARC), Activity Relationship Diagram (ARD), dan Space Relationship Diagram (SRD) mampu menghasilkan tata letak usulan yang lebih terintegrasi melalui pendekatan aliran proses semi-paralel sehingga aktivitas non value added dapat dikurangi dan efisiensi produksi meningkat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah aktivitas proses berkurang dari 12 menjadi 11 aktivitas, total waktu produksi turun dari 4025 menit menjadi 3740 menit, serta bottleneck pengovenan berhasil ditekan dari 2880 menit menjadi 2400 menit. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pengintegrasian hubungan aktivitas dan pengaturan ulang tata letak fasilitas memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan efisiensi aliran material dan efektivitas sistem produksi reparasi trafo. Secara teoritis, penelitian ini memperkuat konsep Facility Layout dan Systematic Layout Planning (SLP) bahwa hubungan kedekatan aktivitas dan efisiensi aliran proses merupakan faktor penting dalam meningkatkan produktivitas sistem produksi. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi industri reparasi trafo sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengembangan tata letak fasilitas yang lebih efektif dan efisien. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan karena belum melakukan analisis biaya material handling dan simulasi performansi layout secara digital sehingga penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan pendekatan simulasi dan evaluasi biaya operasional agar hasil redesign tata letak dapat dianalisis secara lebih komprehensif dan akurat.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, perusahaan disarankan untuk menerapkan tata letak fasilitas usulan secara bertahap agar aliran proses produksi reparasi trafo menjadi lebih terintegrasi dan efisien. Implementasi layout usulan perlu didukung dengan pengaturan aliran material yang lebih terstruktur serta pengawasan terhadap aktivitas transportasi agar perpindahan material yang tidak bernilai tambah dapat diminimalkan. Selain itu, perusahaan perlu melakukan optimalisasi kapasitas pada proses pengovenan karena proses tersebut masih menjadi bottleneck utama dalam sistem

produksi reparasi trafo. Optimalisasi dapat dilakukan melalui pengaturan jadwal produksi, penambahan kapasitas kerja, atau pengelompokan pekerjaan berdasarkan prioritas proses untuk mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan produktivitas workshop.

Perusahaan juga disarankan untuk melakukan evaluasi tata letak fasilitas secara berkala sesuai dengan perkembangan kebutuhan produksi dan perubahan kapasitas kerja di masa mendatang. Penggunaan sistem monitoring terhadap waktu proses, utilisasi tenaga kerja, serta efektivitas aliran material perlu ditingkatkan agar potensi inefisiensi dapat diidentifikasi lebih cepat. Selain itu, integrasi antara tata letak fasilitas dan sistem kerja operator perlu diperhatikan untuk mengurangi idle time serta meningkatkan sinkronisasi aktivitas produksi.

Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan penelitian dengan menambahkan analisis biaya material handling, simulasi tata letak menggunakan perangkat lunak, serta pengukuran jarak perpindahan material secara kuantitatif agar hasil evaluasi tata letak dapat dianalisis secara lebih komprehensif. Penelitian selanjutnya juga dapat mengombinasikan pendekatan ARC, ARD, dan SRD dengan metode optimasi lain seperti CRAFT, CORELAP, atau simulasi digital untuk memperoleh alternatif tata letak yang lebih optimal dan adaptif terhadap perubahan sistem produksi.

REFERENSI

- Achmad, H., Santoso, S., & Buana, U. M. (2025). *Redesign of Production Facility Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) Method to Improve Operational Efficiency at PT . 4(5)*, 2879–2892.
- Bouramtane, K., Kharraja, S., Riffi, J., El Beqqali, O., & Chraibi, A. (2024). A comprehensive review of static and dynamic facility layout problems. *Annual Reviews in Control*, 58, 100970. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2024.100970>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*.
- Denzin, Norman K, Lincoln, Y. S. (2024). *The Sage handbook of qualitative research*.
- Irawan, D. (2026). *Perancangan Ulang Tataletak Fasilitas Produksi Menggunakan Metode Activity Relationship Chart (ARC) Dan Software Blocplan di . PT Sumber Jadi Mandiri. 2(3)*, 1767–1775.
- Issue, V., Diwianti, E. S., Larasati, R. T., & Ihsan, T. (2026). *JUTIN : Jurnal Teknik Industri Terintegrasi Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas pada Toko Mebel dengan menggunakan Metode Systematic Layout Planning (SLP) dan BLOCPAN. 9(1)*, 789–798.
- Jay Heizer, Barry Render, and C. M. (2023). *Students enrolled in distance Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*.
- Jordan, M., Firmansyah, D., & Putri, E. P. (2025). *Journal la multiapp. 06(01)*. <https://doi.org/10.37899/journallamultiapp.v6i1.1818>
- Nadia Khoiria Fernanda, Atikha Sidhi Cahyana. (2025). Facility Layout Redesign Using ARC and ARD Methods: Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode ARC dan ARD. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 26(4). <https://doi.org/10.21070/ijins.v26i4.2096>
- Safitri, N. D., Ilmi, Z., Kadafi, M. A., Ekonomi, F., & Mulawarman, U. (2017). *Analisis perancangan tataletak fasilitas produksi menggunakan metode activity relationship chart (ARC) Analysis of layout of production facility using activity relationship chart (ARC) . 9(1)*, 38–47.
- Tamer, S., Barlas, B., Gunbeyaz, S. A., Kurt, R. E., & Eren, S. (2023). Adjacency-Based Facility Layout Optimization for Shipyards: A Case Study. *Journal of Ship Production and Design*, 39(01), 25–31. <https://doi.org/10.5957/JSPD.05210013>
- Wignosoebroto, S. (2022). *Tata letak pabrik dan pemindahan bahan*. Surabaya: Guna Widya.
- Yarbrough, A. C., & et al. (2022). *Developing Taiichi Ohno's mental model for waste identification in nontraditional applications*. ASME Open Journal of Engineering.